

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

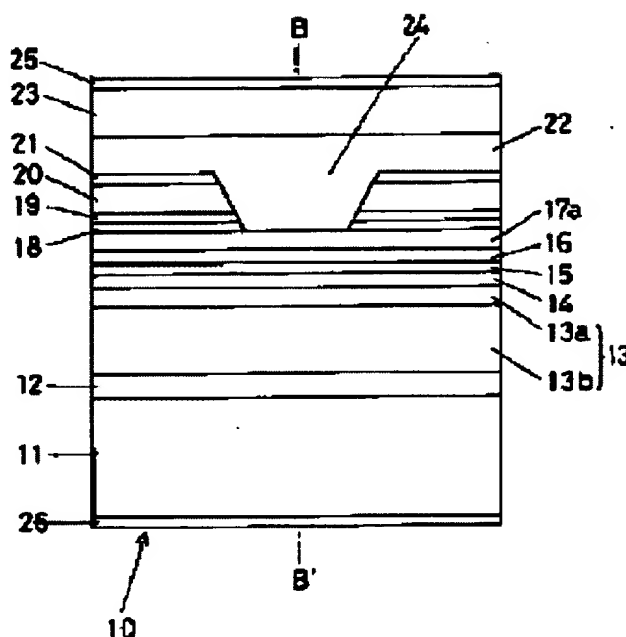
SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

Patent number:	JP5251813
Publication date:	1993-09-28
Inventor:	OBAYASHI TAKESHI; others: 06
Applicant:	SHARP CORP
Classification:	
- international:	H01S3/18
- european:	
Application number:	JP19920050054 19920306
Priority number(s):	

Abstract of JP5251813

PURPOSE:To manufacture the title semiconductor laser element having low threshold value current and low noise at excellent ellipticity of emitted laser beams by a method wherein the second clad layer in higher refractive index than that of the first adjacent clad layer is to be formed.

CONSTITUTION: The second clad layer 13b in higher refractive index than that e.g. lower side of the first lower clad layer 13a at least out of the lower side of the first lower clad layer 13a or upper side of the first upper clad layer 17G is formed. Thus, while confining most of the beams in an active layer 15 and a photoguide layer 14, remaining beams are extensively distributed. Accordingly, far field patterns in the surface direction perpendicular to the growth surface of the active layer 15 and an optical guide layer 14 are reduced without changing the light confinement factor toward the high active layer 15 formed by GRIN-SCH structure. Therefore, the ellipticity of far field patterns of a emitted laser beams can be increased thereby enabling the title semiconductor laser element having low threshold value current and low noise to be manufactured.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-251813

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)IntCl.⁵

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-50054

(22)出願日 平成4年(1992)3月6日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 大林 健

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 須山 尚宏

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 ▲吉▼田 智彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 山本 秀策

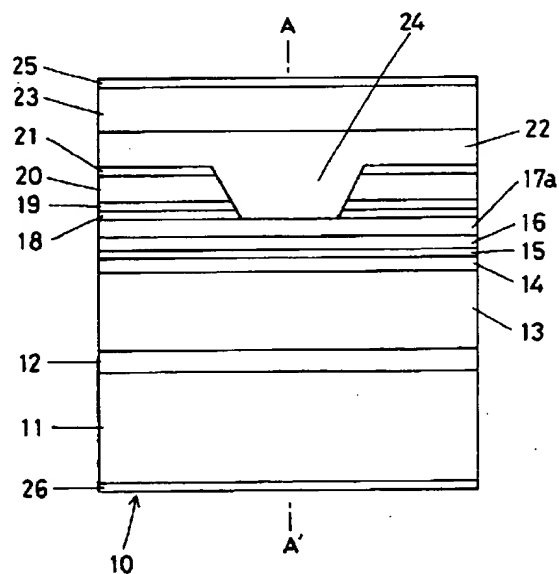
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザ素子

(57)【要約】

【目的】 低閾値電流、低雑音でかつ、レーザ放射光の楕円率の良好な半導体レーザ素子を提供する。

【構成】 下部第一クラッド層13a、43aの下側、あるいは上部第一クラッド層17a、47aの上側の少なくとも一方に、近接する第一クラッド層の屈折率より高い第二クラッド層13b、17b、22、43b、47bを形成する。このため、光の大半を活性層15、45及び光ガイド層14、16、44、46に閉じ込めつつ、残りの光は広く分布される。従って、SCH構造、GRIN-SCH構造によって得られた高い活性層15、45への光閉じ込め係数をほとんど変えずに、活性層15、45と光ガイド層14、16、44、46の成長界面に垂直方向の遠視野像を小さくすることが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に下部第一クラッド層、下部光ガイド層、活性層、上部光ガイド層、上部第一クラッド層が順次積層され、且つ、該各層の屈折率が大きい順に活性層、光ガイド層、第一クラッド層となっている半導体レーザ素子であって、
該下部第一クラッド層の下側、あるいは該上部第一クラッド層の上側の少なくとも一方に、近接する第一クラッド層の屈折率より高い屈折率を有する第二クラッド層を形成した半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体レーザ素子の構造に関し、より詳しくは低閾値電流、低雑音で、かつレーザ放射光の遠視野像の楕円率が良好な半導体レーザ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、小型・高出力・低価格という利点を有する半導体レーザ素子の実用化により、従来レーザ光源の使用が困難であった一般産業機械や民生機械へのレーザの応用が進んでいる。中でも光ディスク装置や光通信等の分野に於ける進歩はめざましいものがある。今後、半導体レーザ素子はさらに多くの分野に応用されていくものと考えられる。

【0003】図7は従来より光ディスク用光源等に用いられている半導体レーザ素子の発光領域での屈折率変化、光強度分布を示す。この半導体レーザ素子は半導体基板上に、下部クラッド層、活性層、上部クラッド層が順次形成されている。この構造は、DH (Double Heterostructure) 構造と呼ばれている。さらに、低閾値電流化への要求に対してクラッド層と活性層の間にクラッド層より屈折率が大きく、活性層より屈折率の小さい光ガイド層を形成したSCH (Separate Confinement Heterostructure) 構造、及びその光ガイド層の屈折率を連続的に変化させたGRIN-SCH (Graded Index Separate Confinement Heterostructure) 構造が提案されている。以後、GRIN-SCH構造に於ける光ガイド層を特にGRIN層と呼ぶ。

【0004】図8はGRIN-SCH構造をもつ半導体レーザ素子の、発光領域での屈折率変化と光強度分布を示す。これらの構造によれば、光の大半が活性層及び光ガイド層 (GRIN層) に閉じ込められ、全光量に対する活性層に閉じ込められた光の量の比である光閉じ込め係数が大きくなる。このため、閾値電流密度を低減させることができる。

【0005】また、光ディスク装置等では、半導体レーザ素子から光ディスクの反射面までの光学系において様々な外部共振器が形成され、半導体レーザ素子より発光するレーザ光に雑音が生じる。この雑音を低減させるために半導体レーザ素子に自励発振を起こさせることが検

討されている。活性層への光閉じ込め係数を高めることが自励発振に有効と言われており、SCH構造、GRIN-SCH構造を導入はこの点でも効果を発揮する。

【0006】一方、光ディスク用光源等の半導体レーザ素子としては、低電流閾値、低雑音とともにレーザ放射光の遠視野像の楕円率の改善に対する要求も高まっている。SCH構造、GRIN-SCH構造のもつ半導体レーザ素子は低閾値電流密度、自励発振を活性層への光閉じ込め係数上昇により実現するために、活性層及び光ガイド層へ光の大半を閉じ込めている。しかし、このことは活性層と光ガイド層の成長界面に垂直方向の遠視野像を増大させ、楕円率の悪化を招くことになる。この遠視野像の楕円率を改善する1つの手段として、ChenらがApplied Physics Letters 56, 1409 (1990) で示した様に活性層を導波路の両側に設けた構造がある。

【0007】図9はこの構造による半導体レーザ素子の発光領域の屈折率変化、及び光強度分布を示している。この構造によれば、励起された光の一部が外部導波路61、62を導波する様になり、活性層とクラッド層の成長界面に垂直方向の近視野像に小さなサイドピークが立つ。よって、垂直方向の遠視野像が非常に小さくなり、遠視野像の楕円率も大幅に改善される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】Chenらが示した構造は、多くの光を外部導波路で導波させることを原理としている。しかし、このことは活性層への光閉じ込め係数の大幅な低下をもたらし、SCH構造、GRIN-SCH構造の本来の目的である低閾値電流密度化に反することとなる。

【0009】本発明は上記の問題を解決するものであり、その目的は低閾値電流、低雑音でかつ、レーザ放射光の楕円率の良好な半導体レーザ素子を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ素子は、半導体基板上に下部第一クラッド層、下部光ガイド層、活性層、上部光ガイド層、上部第一クラッド層が順次積層され、且つ、該各層の屈折率が大きい順に活性層、光ガイド層、第一クラッド層となっている半導体レーザ素子であって、該下部第一クラッド層の下側、あるいは該上部第一クラッド層の上側の少なくとも一方に、近接する第一クラッド層の屈折率より高い屈折率を有する第二クラッド層を形成したものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0011】

【作用】本発明の半導体レーザ素子は、下部第一クラッド層の下側、あるいは上部第一クラッド層の上側の少なくとも一方に、近接する第一クラッド層の屈折率より高い屈折率を有する第二クラッド層を形成している。この

ため、光の大半を活性層及び光ガイド層に閉じ込めつつ、残りの光は広く分布される。

【0012】従って、SCH構造、GRIN-SCH構造によって得られた高い活性層への光閉じ込め係数をほとんど変えずに、活性層と光ガイド層の成長界面に垂直方向の遠視野像は小さくなる。これによって、レーザ放射光の遠視野像の楕円率は改善され、低閾値電流、低雑音で、かつ、レーザ放射光の遠視野像の楕円率が良好な半導体レーザ素子を提供することができる。

【0013】本発明による構造はChenらが示した構造に比べ、楕円率を改善する度合は少し劣るが、低閾値電流密度の低下はほとんど見られない。

【0014】

【実施例】以下、本発明半導体レーザ素子の実施例を図面を用いて説明する。図1は本発明半導体レーザ素子の第1実施例を示す。図2は図1に示す第1実施例のA-A'断面の屈折率変化、光強度分布を示している。

【0015】本構造の半導体レーザ素子10はn-GaAs基板11の上に、MBE法によってn-GaAsバッファ層(0.5 μ m厚)12、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq z \leq 1)下部第一クラッド層(z=0.55、1.5 μ m厚)13a、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq y \leq 1)下部GRIN層(y=0.4、0.15 μ m厚)14、Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq x \leq 1)活性層(x=0.14、0.05 μ m厚)15、p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As上部GRIN層(y=z \rightarrow 0.4、0.15 μ m厚)16、p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As上部第一クラッド層(0.2 μ m厚)17a、p-GaAs保護層(0.03 μ m厚)18、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq u \leq 1)エッチストップ層(u=0.55、0.03 μ m厚)19、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq v \leq 1)電流ブロック層(v=0.1、0.8 μ m厚)20、n-GaAs電流ブロック層保護層(0.1 μ m厚)21がこの順に積層されている。これらの各層は連続的に成長した後、フォトリソグラフィ法等によって幅4 μ m厚のストライプ溝状に電流ブロック層保護層21、電流ブロック層20、エッチストップ層19を除去し、中央にストライプ溝24を形成する。

【0016】次に、液晶成長法によって、ストライプ溝24の底の保護層18及び電流ブロック層保護層21の表面0.05 μ m厚程度をメルトバックする。そして、p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq w \leq 1)再成長上部第二クラッド層(w=0.45、溝中央で1.5 μ m厚)22、p-GaAsキャップ層(1 μ m厚)23を形成する。上部電極25はp-GaAsキャップ層23の上面に積層され、下部電極26はn-GaAs基板11の下面に積層される。

【0017】この構造によれば、クラッド層が単層である、いわゆるGRIN-SCH構造に比べて、活性層15への光閉じ込め係数の減少を約5%に抑えつつ、活性

層15とGRIN層14、16の成長界面に、垂直方向の遠視野像を約20%小さくすることができる。

【0018】これは、この構造が図2に示すように、光の大半を活性層15及びGRIN層14、16に閉じ込めつつ、残りの光は広く分布させるようにしていることによる。図8に示されたGRIN-SCH構造を持つ半導体レーザ素子の発光領域の光強度分布と比較すれば、その違いは明かである。

【0019】実験によれば、本実施例の半導体レーザ素子10においては、閾値電流25mAで3mAまで自励発振し、かつ、レーザ放射光の楕円率3:1が得られた。遠視野像は垂直方向が33'、水平方向は11'であった。

【0020】図3は本発明半導体レーザ素子の第2実施例を示す。この半導体レーザ素子10の作製方法は、基本的には第1実施例と同じであるが、下部のクラッド層も二重構造としている。具体的には第1実施例で、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As下部第一クラッド層13aを一層だけ形成する工程に代わって、第2実施例ではn-Al_{0.4}Ga_{0.6}As(0 \leq w \leq 1)下部第二クラッド層(w=0.45、1.5 μ m厚)13b、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As下部第一クラッド層(z=0.55、0.2 μ m厚)13aを順次形成している。

【0021】図4は図3に示す第2実施例のB-B'断面に於ける屈折率変化、光強度分布を示している。活性層15及びGRIN層14、16への光の閉じ込めは多少弱まっているが、光の広がりには大幅に拡大している。この構造の半導体レーザ素子10によればGRIN-SCH構造に比べて、活性層15への光閉じ込め係数の減少は約9%でありながら、活性層15とクラッド層13a、17aの成長界面に垂直方向の遠視野像は約33%も小さくすることができる。

【0022】実験の結果によると、本実施例の半導体レーザ素子10においては、閾値電流26mAで3mWまで自励発振し、かつレーザ放射光の楕円率2.5:1が得られた。遠視野像は垂直方向が28'、水平方向は11'であった。

【0023】図5は本発明半導体レーザ素子の第3実施例を示す。この半導体レーザ素子10の作製方法は、基本的には第2実施例のものと同じである。異なる点は活性層21を多重量子井戸構造とし、かつ、その他のいくつかについても層厚、混晶比に変更を加え、閾値電流の低減を図っている。

【0024】具体的にこの実施例の半導体レーザ素子10は、n-GaAs基板11の上に、MBE法によってn-GaAsバッファ層(0.5 μ m厚)12、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As下部第二クラッド層(w=0.40、1.5 μ m厚)13b、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As下部第一クラッド層(z=0.65、0.2 μ m厚)13a、n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As下部GRIN層(y=z \rightarrow 0.42、

0.1 μ m厚)14、多重量子井戸活性層31、p-Al_{1-x}Ga_xAs上部GRIN層(y=0.42→z、0.1 μ m厚)16、p-Al_{1-x}Ga_xAs上部第一クラッド層(0.2 μ m厚)17a、p-Al_{1-x}Ga_xAs上部第二クラッド層(0.1 μ m厚)17b、p-GaAs保護層(0.03 μ m厚)18、p-Al_{1-x}Ga_xAsエッチストップ層(u=0.55、0.03 μ m厚)19、n-Al_{1-x}Ga_xAs電流ブロック層(v=0.1、0.8 μ m厚)20、n-GaAs電流ブロック層保護層(0.1 μ m厚)21がこの順に積層されている。

【0025】これらの各層は連続的に成長した後、フォトリソグラフィ法等によって幅4 μ m厚のストライプ溝状に電流ブロック層保護層21、電流ブロック層20、エッチストップ層19を除去する。次に液晶成長法によって、ストライプ溝24の底の保護層18及び電流ブロック層保護層21の表面0.05 μ m厚程度をメルトバックするとともに、p-Al_{1-x}Ga_xAs再成長上部第二クラッド層(w=0.40、溝中央で1.5 μ m厚)22、p-GaAsキャップ層(1 μ m厚)23を形成する。上部電極25はp-GaAsキャップ層23の上面に積層され、下部電極26はn-GaAs基板11の下面に積層される。

【0026】多重量子井戸活性層31は、Al_{1-x}Ga_xAs量子井戸層(x=0.14、0.01 μ m厚)32を5層と、Al_{1-x}Ga_xAsバリア層(t=0.4、0.005 μ m厚)33を4層とを交互に積層することで形成されている。

【0027】実験の結果によると、本実施例の半導体レーザ素子10においては、閾値電流20mAで3mWまで自励発振し、かつレーザ放射光の楕円率2.5:1が得られた。遠視野像は活性層31とGRIN層14、16の成長界面に、垂直方向が28°、水平方向が11°であった。

【0028】図6は本発明半導体レーザ素子の第4実施例を示す。具体的にこの実施例の半導体レーザ素子40は、n-GaAs基板41の上にMOCVD法により、n-GaAsバッファ層(0.5 μ m厚)42、n-In_{0.5}(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}P(0≤w'≤1)下部第二クラッド層(w'=0.8、1.0 μ m厚)43b、n-In_{0.5}Al_{0.5}P下部第一クラッド層(0.20 μ m厚)43a、n-In_{0.5}(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}P(0≤y'≤1)下部光ガイド層(y'=0.7、0.15 μ m厚)44、In_{0.5}Ga_{0.5}P活性層(0.07 μ m厚)45、p-In_{0.5}(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}P上部光ガイド層(0.15 μ m厚)46、p-In_{0.5}Al_{0.5}P上部第一クラッド層(0.20 μ m厚)47a、p-In_{0.5}(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}P上部第二クラッド層(1.0 μ m厚)47b、p-In_{0.5}Ga_{0.5}Pコンタクト層(0.2 μ m厚)48を順次形成する。

【0029】次にコンタクト層48上にSiO₂を蒸着し、フォトリソグラフィ法等により幅3.5 μ mのストライプ状のメサ領域49を形成する。次にこれを再びMOCVD装置に導入し、n-GaAs電流ブロック層(0.8 μ m厚)50を成長する。

【0030】この後メサ領域49上のSiO₂を除去し、再びMOCVD法によりp-GaAsキャップ層(メサ面上で1 μ m厚)51を成長している。

【0031】この構造により、クラッド層47a、47bが単層であるGRIN-SCH構造に比べ、活性層45への光閉じ込め係数の減少は約8%でありながら、活性層45とSCH層44、46の成長界面に垂直方向の遠視野像は、約30%も小さくすることができる。

【0032】実験の結果によると、本実施例の半導体レーザ素子40においては、閾値電流25mAで3mWまで自励発振し、かつレーザ放射光の楕円率3.5:1が得られた。遠視野像は垂直方向が28°、水平方向が8°であった。

【0033】以上の実施例については、AlGaAs系、In(AlGa)P系についてのみ示したが、本発明の原理は半導体レーザ素子の各半導体層の間の屈折率の大小関係のみによるため、AlGaAsP系等の他のIII-V族、さらにII-VI族、カルコバイライト系など如何なる材料を用いた半導体レーザ素子についても適用可能であることは言うまでもない。

【0034】

【発明の効果】本発明半導体レーザ素子は、下部第一クラッド層の下側、あるいは上部第一クラッド層の上側の少なくとも一方に、近接する第一クラッド層の屈折率より低い屈折率を有する第二クラッド層が形成される。このため、光の大半を活性層及び光ガイド層に閉じ込めつつ、残りの光は広く分布させることができる。そしてSCH構造、GRIN-SCH構造によって得られた高い活性層への光閉じ込め係数をほとんど変えずに、活性層と光ガイド層の成長界面に垂直方向の遠視野像を小さくすることが可能となる。これによって、低閾値電流、低雑音で、かつ、レーザ放射光の遠視野像の楕円率が良好な半導体レーザ素子を提供できる。

【0035】本素子を例えば光ディスク装置に用いれば、消費電流の低減、記録情報の読み取り精度の向上、光学系の簡素化による光ピックアップ部の小型化等が達成され、光ディスク装置全体の性能が大きく向上する。

【図面の簡単な説明】

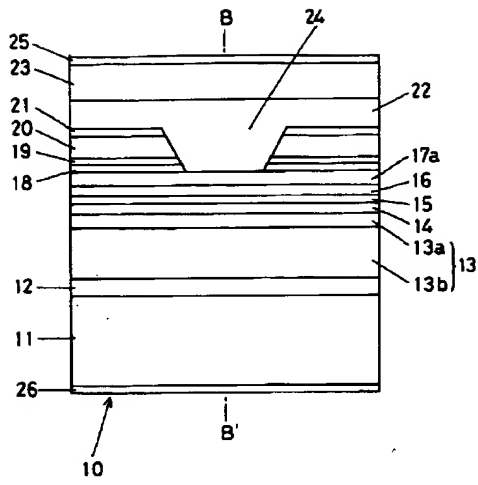
【図1】本発明半導体レーザ素子の第一実施例の概略を示す断面図。

【図2】図1の実施例の半導体レーザ素子の屈折率変化、光強度分布を示す図。

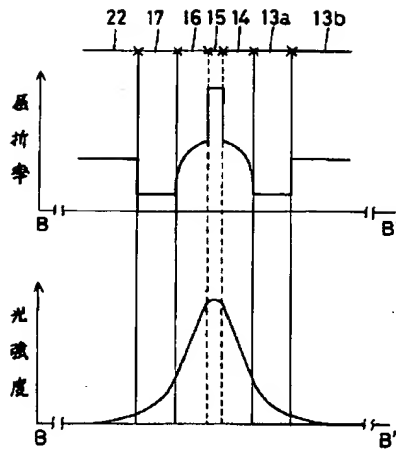
【図3】本発明半導体レーザ素子の第二実施例の概略を示す断面図。

【図4】図3の実施例の半導体レーザ素子の屈折率変

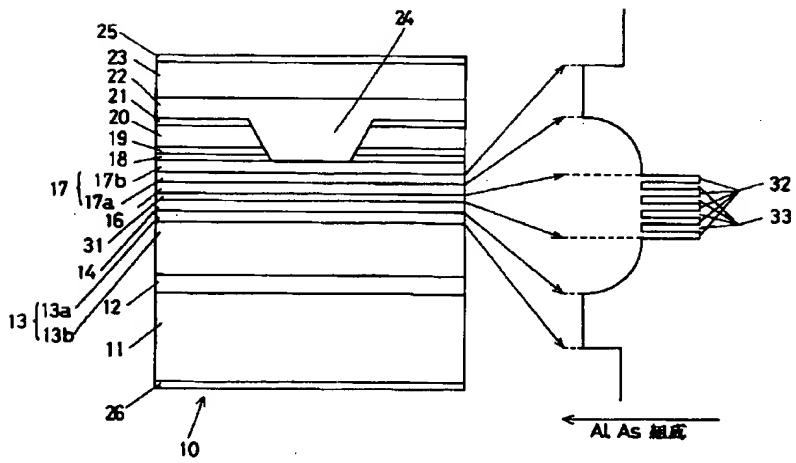
【圖3】



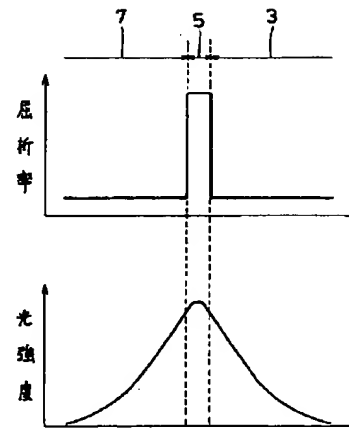
【圖4】



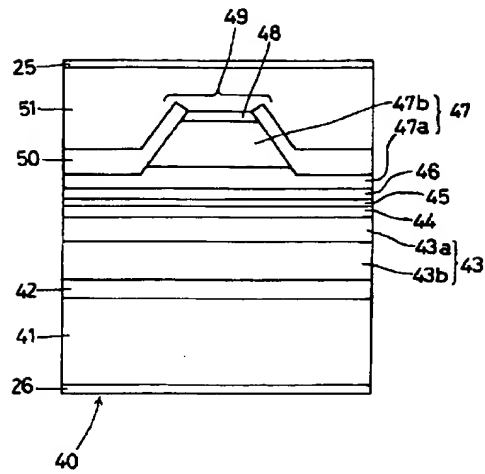
【圖5】



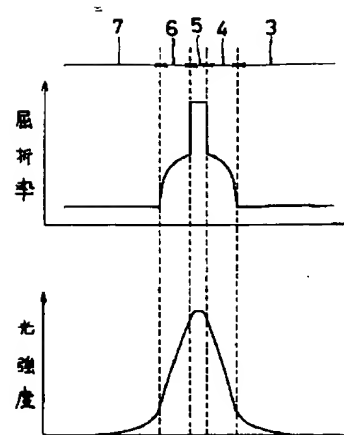
【圖7】



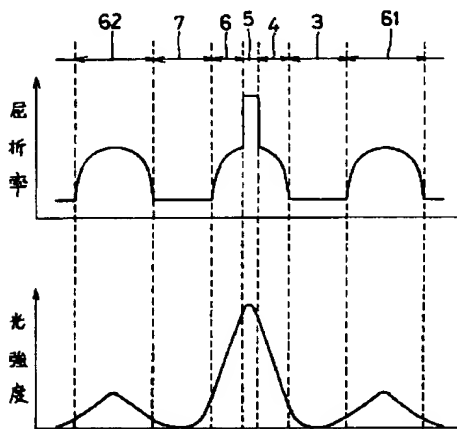
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

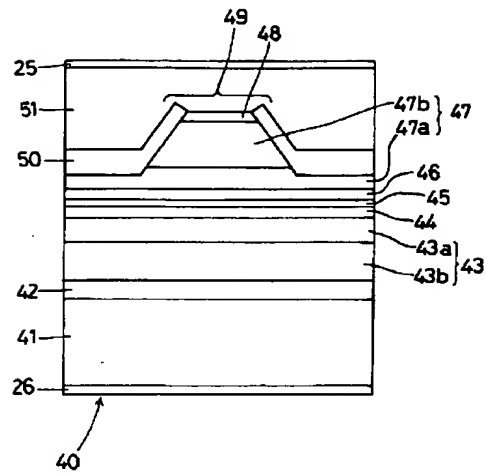
(72)発明者 近藤 雅文
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 細羽 弘之
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

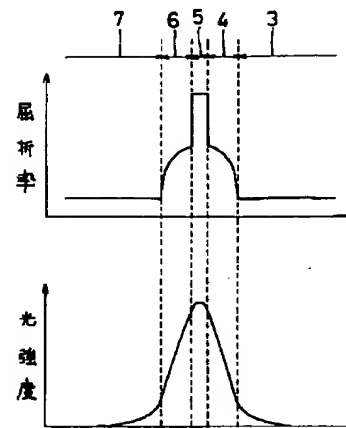
(72)発明者 兼岩 進治
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 幡 俊雄
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

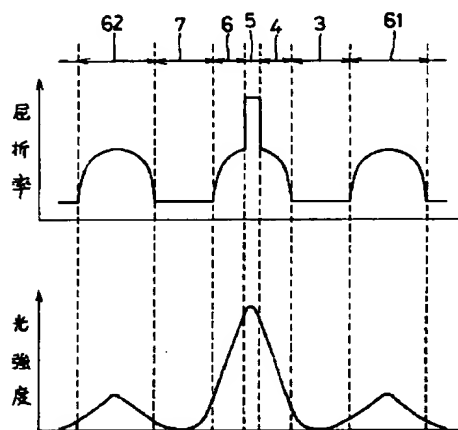
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 雅文
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 細羽 弘之
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 兼岩 進治
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 幡 俊雄
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成9年(1997)1月10日

【公開番号】特開平5-251813

【公開日】平成5年(1993)9月28日

【年通号数】公開特許公報5-2519

【出願番号】特願平4-50054

【国際特許分類第6版】

H01S 3/18

【F I】

H01S 3/18

7630-2K

【手続補正書】

【提出日】平成8年1月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に、下部クラッド層、下部光ガイド層、活性層、上部光ガイド層、及び上部クラッド層とが順次積層され、前記下部クラッド層、上部クラッド層の少なくとも一方が、前記活性層により近い層の屈折率がより小さい少なくとも2層からなり、該クラッド層のより屈折率の小さい層の屈折率<前記光ガイド層の屈折率<前記活性層の屈折率、という関係を充たすと共に、前記クラッド層のより屈折率の大きい層は、直接遷移半導体であり、かつ、前記光ガイド層、前記クラッド層のより屈折率の小さい層のいずれよりも厚く形成されてなることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体レーザ素子は、主としてAlGaAs系の半導体材料で形成され、前記クラッド層のより屈折率の大きい層がAl組成比0.40以上0.45以下のAlGaAsからなることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項3】 前記活性層は、Al組成比が0.14であるAlGaAsからなることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体レーザ素子。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ素子は、半導体基板上に、下部クラッド層、下部光ガイド

層、活性層、上部光ガイド層、及び上部クラッド層とが順次積層され、前記下部クラッド層、上部クラッド層の少なくとも一方が、前記活性層により近い層の屈折率がより小さい少なくとも2層からなり、該クラッド層のより屈折率の小さい層の屈折率<前記光ガイド層の屈折率<前記活性層の屈折率、という関係を充たすと共に、前記クラッド層のより屈折率の大きい層は、直接遷移半導体であり、かつ、前記光ガイド層、前記クラッド層のより屈折率の小さい層のいずれよりも厚く形成したものであり、そのことにより上記目的が達成される。また、本発明の半導体レーザ素子は、主としてAlGaAs系の半導体材料で形成され、前記クラッド層のより屈折率の大きい層がAl組成比0.40以上0.45以下のAlGaAsからなるものであるとよいものである。さらに、本発明の半導体レーザ素子は、前記活性層がそのAl組成比が0.14であるAlGaAsからなるるとよいものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】

【作用】本発明の半導体レーザ素子は、下部クラッド層の下側、あるいは上部クラッド層の上側の少なくとも一方に、近接するクラッド層の屈折率より高い屈折率を有する第二クラッド層を形成している。このため、光の大半を活性層及び光ガイド層に閉じ込めつつ、残りの光は広く分布される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】次に、液相成長法によって、ストライプ溝24の底の保護層18及び電流ブロック層保護層21の

表面0.05 μ m厚程度をメルトバックする。そして、 $p-Al_xGa_{1-x}As$ ($0 \leq x \leq 1$) 再成長上部第二クラッド層 ($w=0.45$ 、即ち、直接遷移半導体、溝中央で1.5 μ m厚) 22、 $p-GaAs$ キャップ層 (1 μ m厚) 23を形成する。上部電極25は $p-GaAs$ キャップ層23の上面に積層され、下部電極26は $n-GaAs$ 基板11の下面に積層される。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】図3は本発明半導体レーザ素子の第2実施例を示す。この半導体レーザ素子10の作製方法は、基本的には第1実施例と同じであるが、下部のクラッド層も二重構造としている。具体的には第1実施例で、 $n-Al_xGa_{1-x}As$ 下部第一クラッド層13aを一層だけ形成する工程に代わって、第2実施例では $n-Al_xGa_{1-x}As$ ($0 \leq x \leq 1$) 下部第二クラッド層 ($w=0.45$ 、即ち、直接遷移半導体、1.5 μ m厚) 13b、 $Nn-Al_xGa_{1-x}As$ 下部第一クラッド層 ($z=0.55$ 、0.2 μ m厚) 13aを順次形成している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】具体的にこの実施例の半導体レーザ素子10は、 $n-GaAs$ 基板11の上に、MBE法によって $n-GaAs$ バッファ層 (0.5 μ m厚) 12、 $n-Al_xGa_{1-x}As$ 下部第二クラッド層 ($w=0.40$ 、即ち、直接遷移半導体、1.5 μ m厚) 13b、 $n-Al_xGa_{1-x}As$ 下部第一クラッド層 ($z=0.65$ 、0.2 μ m厚) 13a、 $n-Al_yGa_{1-y}As$ 下部GRIN層 ($y=z \rightarrow 0.42$ 、0.1 μ m厚) 14、多重量子井戸活性層31、 $p-Al_yGa_{1-y}As$ 上部GRIN層 ($y=0.42 \rightarrow z=0.1$ 、0.1 μ m厚) 16、 $p-Al_xGa_{1-x}As$ 上部第一クラッド層 (0.2 μ m厚)、 $p-Al_xGa_{1-x}As$ 上部第二クラッド層 (0.1 μ m厚) 17b、 $p-GaAs$ 保護層 (0.03 μ m) 18、 $p-Al_xGa_{1-x}As$ ($u=0.55$ 、0.03 μ m厚) 19、 $n-Al_xGa_{1-x}As$ 電流ブロック層 ($v=0.1$ 、0.8 μ m

厚) 20、 $n-GaAs$ 電流ブロック層保護層 (0.1 μ m厚) 21がこの順に積層されている。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】これらの各層は連続的に成長した後、フォトリソグラフィ法等によって幅4 μ m厚のストライプ溝状に電流ブロック層保護層21、電流ブロック層20、エッチストップ層19を除去する。次に液相成長法によって、ストライプ溝24の底の保護層18及び電流ブロック層保護層21の表面0.05 μ m厚程度をメルトバックするとともに、 $p-Al_xGa_{1-x}As$ 再成長上部第二クラッド層 ($w=0.40$) 即ち、直接遷移半導体、溝中央で1.5 μ m厚) 22、 $p-GaAs$ キャップ層 (1 μ m厚) 23を形成する。上部電極25は $p-GaAs$ キャップ層23の上面に積層され、下部電極26は $n-GaAs$ 基板11の下面に積層される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】

【発明の効果】本発明の半導体レーザ素子は、下部クラッド層の下側、あるいは上部クラッド層の上側の少なくとも一方に、近接するクラッド層の屈折率より高い屈折率を有する第二クラッド層が形成される。このため、光の大半を活性層及び光ガイド層に閉じ込めつつ、残りの光は広く分布させることができる。そして、SCH構造、GRIN-SCH構造によって得られた高い活性層への光閉じ込め係数をほとんど変えずに、活性層と光ガイド層の成長界面に垂直方向への遠視野像を小さくすることが可能となる。これによって、低閾値電流、低雑音で、かつ、レーザ放射光の遠視野像の楕円率が良好な半導体レーザ素子を提供できる。そして、出力ビームの楕円率を改善するために適用されるガイド層及び2重クラッド層構造において、最大膜厚となる第2クラッド層を直接遷移半導体にする、またはAl組成比が0.40以上0.45以下のAlGaAsを用いることにより、素子寿命の悪化の原因となる間接遷移半導体によるキャリア導電部を最小として、素子寿命を確保することが可能となる。